

Министерство образования Российской Федерации

Уральская государственная лесотехническая академия

Кафедра охраны труда

А.В. Зинин

В.Н. Старжинский

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ
ПО РАЗДЕЛУ "БЕЗОПАСНОСТЬ
И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА"
ДЛЯ ФАКУЛЬТЕТА ЛМФ**

Екатеринбург 2000

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии лесомеханического факультета
Протокол № _____ от _____

Рецензент:

Редактор РИО Е.Л. Михайлова

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Поз. 148
Плоская печать	Печ. л.	Тираж 300 экз.
Заказ	Цена	

Редакционно-издательский отдел УГЛТА
Отдел оперативной полиграфии УГЛТА

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ "БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА" В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ

Каждый студент-дипломник выполняет раздел дипломного проекта по безопасности и экологичности на кафедре охраны труда. Тема этого раздела определяется преподавателем-консультантом кафедры в соответствии с темой дипломного проекта и записывается в техническом задании, выдаваемом профилирующей кафедрой.

Раздел "Безопасность и экологичность проекта" должен состоять из пояснительной записки объемом 10-12 страниц и одного графического листа формата А4.

Студент-дипломник выполняет раздел "Безопасность и экологичность проекта" по одному из следующих вопросов:

- техника безопасности;
- производственная санитария;
- пожарная безопасность;
- охрана окружающей среды;
- рациональное использование природных ресурсов.

Каждого студента-дипломника по этому разделу консультирует преподаватель кафедры охраны труда в течение всего дипломного проектирования.

"Безопасность и экологичность проекта" является одной из глав пояснительной записки и должна содержать:

- анализ опасных и вредных производственных факторов или источников воздействия на окружающую среду, появление которых возможно при практической реализации дипломного проекта;

- выбор одного из наиболее опасных производственных факторов и его обоснование;

- разработку инженерных методов обеспечения требований охраны труда или сохранения качества окружающей среды для выбранного опасного или вредного производственного фактора, источника воздействия на окружающую среду;

- вывод по разделу, отражающий результаты проведенного анализа и расчета.

После выполнения раздела студент-дипломник представляет преподавателю-консультанту кафедры охраны труда пояснительную записку. Без подписи преподавателем-консультантом пояснительной записки студент не допускается к защите своего дипломного проекта.

Во время защиты дипломного проекта на ГЭКе студент сообщает комиссии о разработанных им в дипломном проекте мероприятиях по охране труда или окружающей среды.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И СОСТАВ РАЗДЕЛА "БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА" [1]

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

- 1. Расчет массового выброса токсичных компонентов отработавших газов и потребления топлива автомобилями**
 - 1.1. Проблема загрязнения атмосферного воздуха и экономии топливно-энергетических ресурсов на современном этапе [2, 3, 26].
 - 1.2. Основные направления снижения негативных последствий автомобилизации, их краткий обзор и оценка возможности реализации [4]
 - 1.3. Влияние технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава на массовый выброс токсичных компонентов отработавших газов и расход топлива [4, 5].
 - 1.4. Расчет массы токсичных компонентов и потребления топлива (см. методику расчета данной методички и [5]).
 - 1.5. Выводы.

2. Влияние организации дорожного движения на массовый выброс токсичных компонентов и расход топлива автомобилями

- 2.1. Роль автомобильного транспорта в загрязнении атмосферного воздуха городов. Последствия загрязнения [2, 26].
- 2.2. Транспортный поток как источник воздействия на окружающую среду. Основные причины ухудшения показателей экологической безопасности автомобилей в городских условиях [2, 3, 5].
- 2.3. Оценка эффективности снижения загрязнения атмосферного воздуха методами организации дорожного движения [2, 6].
- 2.4. Расчет массового выброса токсичных компонентов и потребления топлива при различных вариантах организации движения на участке улично-дорожной сети (см. методику расчета).
- 2.5. Анализ полученных результатов, выводы.

3. Анализ загрязнения атмосферы выбросами стационарных источников

- 3.1. Проблема загрязнения атмосферного воздуха выбросами стационарных источников [5, 6, 15, 17].
- 3.2. Основные направления снижения загрязнения воздушной среды в приземном слое [6, 17].
- 3.3. Расчет загрязнения атмосферы выбросами стационарных источников (см. методику расчета).
- 3.4. Анализ эффективности предложенных мероприятий по снижению загрязнения воздушной среды в приземном слое.

4. Влияние дорожных условий на уровень шума автомобиля

- 4.1. Транспортный шум, его основные характеристики. Влияние шума на организм человека [26].
- 4.2. Акустические основы изучения шума автомобиля. Анализ факторов, формирующих уровень шума автомобиля при движении по магистрали [11].
- 1.3. Дорожные условия и формирование внешнего шума автомобиля. Влияние скорости движения продольного уклона и шероховатости дорожных покрытий на уровень шума. Расчет уровней шума [12].
- 4.4. Оценка эффективности снижения транспортного шума в жилой застройке [12].
- 4.5. Выводы.

5. Влияние организации дорожного движения на уровень шума транспортного потока

- 5.1. Шумовое загрязнение окружающей среды, основные проблемы и тенденции [5, 26].
- 5.2. Транспортный поток как основной источник шума в городах [3].
- 5.3. Оценка эффективности снижения шума транспортного потока методами организации дорожного движения [12, 26].
- 5.4. Расчет уровней шума транспортного потока при различных вариантах организации движения на участке улично-дорожной сети [12].
- 5.5. Анализ полученных результатов, выводы.

6. Электромагнитные излучения транспортного потока

- 6.1. Электромагнитные излучения автомобилей, их основные источники. Влияние электромагнитных излучений на организм человека [16, 26].
- 6.2. Методы снижения уровней электромагнитных излучений при эксплуатации автомобилей [23].
- 6.3. Оценка эффективности снижения уровней электромагнитных излучений транспортного потока методами организации дорожного движения [17, 23].
- 6.4. Сравнение вариантов организации дорожного движения на участке улично-дорожной сети по уровню генерируемых излучений потоками автомобилей [2].
- 6.5. Выводы.

7. Загрязнение сточных вод с территории автотранспортного предприятия

- 7.1. Проблема водопотребления и обеспечения качества водных ресурсов [2, 5].
- 7.2. Основные причины загрязнения сточных вод с территории автотранспортного предприятия. Методы очистки сточных вод и утилизации осадка из очистных сооружений [2, 5, 14].
- 7.3. Расчет массы загрязнения и осадка в очистных сооружениях (см. методику расчета).
- 7.4. Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по снижению загрязнения сточных вод.

Охрана труда

8. Оценка уровня санитарно-гигиенических условий на рабочем месте

- 8.1. Основные цели и задачи системы управления охраной труда. Функции управления [8, 9, 10].
- 8.2. Производственная санитария как элемент охраны труда. Комплекс вопросов, рассматриваемых в производственной санитарии. Нормирование вредных производственных факторов [9].
- 8.3. Расчет уровня санитарно-гигиенических условий на рабочем месте (см. методику расчета).
- 8.4. Выбор и обоснование мероприятий по улучшению условий труда.

9. Снижение запыленности и нормализация метеоусловий на рабочем месте

- 1.1. Анализ условий труда на рабочем месте. Воздействие на организм человека вредных веществ, повышенной запыленности и параметров микроклимата и их нормирование [8, 12, 16, 17].
- 9.2. Основные мероприятия нормализации условий труда. Анализ видов производственной вентиляции. Обоснование выбора рассматриваемого варианта вентиляции [15, 16, 17].
- 9.3. Расчет производительности и выбор параметров рассматриваемого варианта вентиляции [15, 16, 17].
- 9.4. Анализ улучшения условий труда на рабочем месте за счет предложенных мероприятий.

10. Метеоусловия на рабочем месте водителя

- 10.1. Анализ метеоусловий на рабочем месте водителя [15, 17].
- 10.2. Основные мероприятия, направленные на нормализацию метеоусловий, анализ степени влияния и возможности применения на конкретном транспортном средстве [15, 17].
- 10.3. Расчет потребной производительности устройств нормализации метеоусловий на рабочем месте водителя [15, 16, 17].
- 10.4. Анализ метеоусловий на рабочем месте водителя, созданных в результате предложенных мероприятий [16].

11. Защита от технологической вибрации на рабочем месте

- 11.1. Анализ причин возникновения технологической вибрации. Степень опасности технологической вибрации. Основные направления вредного влияния на организм человека [18, 19, 20].
- 11.2. Основные направления борьбы с технологической вибрацией. Обоснования выбранных мероприятий и средств защиты работающего [19, 20].
- 11.3. Расчет снижения уровня вибрации за счет предложенных мероприятий (см. методику расчета).
- 11.4. Анализ степени улучшения условий труда.

12. Вибрация на рабочем месте водителя

- 12.1. Причины возникновения вибрации в кабине автотранспортного средства. Влияние транспортной вибрации на организм водителя [18, 19].

- 12.2. Конструктивные параметры автотранспортного средства и условия его эксплуатации, определяющие величину вибрационного воздействия на водителя [18, 19].
- 1.3. Расчет уровня вибрации на рабочем месте водителя в связи с возможными изменениями конструктивных параметров автотранспортного средства и специфики его эксплуатации [17, 18].
- 12.4. Анализ влияния конструктивных изменений на величину вибрации на рабочем месте водителя [17, 18].
- 13. Шум на рабочем месте в производственных помещениях**
 - 13.1. Основные физические величины, характеризующие звуковое поле. Восприятие шума человеком. Принципы измерения и нормирования шума [17, 20, 21].
 - 13.2. Факторы, определяющие уровень шума на рабочем месте. Основные методы снижения уровней шума [20].
 - 13.3. Расчет уровней шума на рабочем месте [17, 20, 21].
 - 13.4. Анализ возможных путей снижения уровня шума на рабочем месте.
- 14. Естественное освещение на рабочем месте**
 - 14.1. Естественное освещение, его особенности и виды. Нормирование естественного освещения [8, 17, 22].
 - 14.2. Методы оценки естественного освещения в производственных помещениях [8].
 - 14.3. Расчет значений коэффициентов естественной освещенности на рабочем месте [8, 22].
 - 14.4. Анализ соответствия естественного освещения исследуемого помещения требованиям нормативов [22].
- 15. Искусственное освещение на рабочем месте**
 - 1.1. Искусственное освещение, его особенности и виды. Нормирование искусственного освещения [8, 17, 22].
 - 15.2. Расчет общего искусственного освещения [8, 22].
 - 15.3. Анализ соответствия искусственного освещения требованиям нормативов [22].
- 16. Обеспечение условий безопасности при работе с электроустановками**
 - 16.1. Воздействие электрического тока на организм человека. Факторы, определяющие последствия воздействия [2, 26].
 - 16.2. Анализ опасности поражения электрическим током при работе с электроустановками [8, 23].
 - 16.3. Причины поражения электрическим током и основные методы защиты [8, 23].
 - 16.4. Разработка конкретного метода обеспечения электробезопасности [8, 23].
 - 16.5. Выводы.
- 17. Пожарная безопасность автомобиля**
 - 17.1. Анализ пожарной безопасности автомобиля. Основные причины возникновения пожаров [24, 25].
 - 17.2. Основные направления снижения пожарной опасности автотранспортных средств. Принципы формирования системы пожарной безопасности [24, 25].
 - 17.3. Расчет пожарной нагрузки автотранспортного средства (см. методику расчета).
 - 17.4. Выбор огнетушителей и мест их установки на автотранспортном средстве. Основные выводы по результатам предложенных мероприятий, направленных на снижение пожарной опасности автотранспортных средств [25].

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

Учитывается выброс следующих загрязняющих веществ:

- оксид углерода – CO;
- углеводороды – CH;
- оксиды азота – NO_x (в пересчете на NO₂);
- твердые частицы (сажа) – C;
- диоксид серы – SO₂;
- соединения свинца – Pb (только для городов, где используется этилированный бензин).

1. Расчет массового выброса токсичных компонентов отработавших газов

Базовый расход топлива Q_{lj} или массовый выброс j -го токсичного компонента M_{lij} технически исправным автомобилем j -й грузоподъемности или пассажировместимости при движении с полной нагрузкой со скоростью 60 км/ч:

$$Q_{lj} = q_{Lj} N_j L; \quad (1.1)$$

$$M_{lij} = m_{ij} N_j L, \quad (1.2)$$

где q_{Lj} – удельный расход топлива автомобилем j -й грузоподъемности, л/км;
 m_{ij} – массовый выброс i -го токсичного компонента автомобилем j -й грузоподъемности, г/км;
 N_j – количество автомобилей;
 L – пробег, км.

Значения q_{Lj} и m_{ij} представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Пробеговой расход топлива и выброс токсичных компонентов автомобилями разной грузоподъемности

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Расход топлива, л/км	Пробеговой выброс, г/км			
			CO	C _n H _m	NO _x	C
Менее 2	Карбюраторный	11,6	17,0	1,7	2,2	–
2-6	Карбюраторный	21,2	<u>38,5</u> 12,5	<u>6,8</u> 4,0	4,0	–
	Дизельный	19,1	6,3	3,2	7,9	0,7
Более 6	Дизельный	21,5	7,1	3,5	9,5	0,8
Автопоезд	Карбюраторный	33,8	45,8	8,7	5,1	–
	Дизельный	29,0	8,5	4,3	10,7	0,9

Примечания.

1. CO – окись углерода; C_nH_m – углеводороды; NO_x – окислы азота; C – сажа.
2. Для автомобилей с карбюраторными двигателями грузоподъемностью от 2 до 6 т в знаменателе приведен пробеговой выброс при работе двигателя на сжатом природном газе.

Для парка транспортных средств, состоящего из j -го числа групп автомобилей

$$Q_l = \sum_{j=1}^k Q_{lj}; \quad (1.3)$$

$$M_{li} = \sum_{j=1}^k M_{lij}. \quad (1.4)$$

На втором этапе расчета базовые значения Q_l и M_{li} должны корректироваться с учетом технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава.

$$Q_2 = Q_l D_p K_{\beta T} K_{\gamma T} K_{IT}; \quad (1.5)$$

$$M_{2i} = M_{li} D_p K_{\beta i} K_{\gamma i} K_{Ii}; \quad (1.6)$$

$$D_p = \alpha_s D_k,$$

где D_p – дни работы;
 $K_{\beta T}, K_{\beta i}$ – коэффициенты, учитывающие изменение расхода топлива и массового выброса токсичных компонентов в зависимости от коэффициента использования пробега β (табл. 1.3);
 $K_{\gamma T}, K_{\gamma i}$ – коэффициенты, учитывающие изменение расхода топлива и массового выброса токсичных компонентов в зависимости от коэффициента использования грузоподъемности γ (табл. 1.2);
 K_{lT}, K_{li} – коэффициенты, учитывающие влияние среднего расстояния перевозки l_{cp} на расход топлива и выброс токсичных компонентов (табл. 1.4);
 α_v – коэффициент выпуска;
 D_k – календарные дни.

Таблица 1.2

Значения коэффициентов $K_{\gamma T}$ и $K_{\gamma i}$ при изменении γ

Параметр	Тип двигателя	Значения γ					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
CO	Карбюраторный	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
	Дизельный	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
C _n H _m	Карбюраторный	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Дизельный	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
NO _x	Карбюраторный	0,70	0,76	0,82	0,88	0,94	1,00
	Дизельный	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	1,00
C	Карбюраторный	–	–	–	–	–	–
	Дизельный	0,50	0,58	0,66	0,76	0,88	1,00
Расход топлива	Карбюраторный	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	1,00
	Дизельный	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	1,00

Таблица 1.3

Значения коэффициентов $K_{\beta T}$ и $K_{\beta i}$ при изменении β

Параметр	Тип двигателя	Значения β					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
CO	Карбюраторный	0,73	0,785	0,84	0,895	0,95	1,00
	Дизельный	0,77	0,82	0,86	0,91	0,95	1,00
C _n H _m	Карбюраторный	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Дизельный	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
NO _x	Карбюраторный	0,72	0,775	0,83	0,885	0,94	1,00
	Дизельный	0,87	0,89	0,92	0,95	0,97	1,00
C	Карбюраторный	–	–	–	–	–	–
	Дизельный	0,58	0,67	0,75	0,83	0,92	1,00
Расход топлива	Карбюраторный	0,87	0,90	0,93	0,95	0,97	1,00
	Дизельный	0,83	0,86	0,89	0,93	0,96	1,00

Таблица 1.4

Влияние l_{cp} на K_{lT} и K_{li}

Параметр	Среднее расстояние перевозки, км				
	1	5	10	15	20
K_l	1,42	1,25	1,14	1,08	1,00

Примечание. При расчете массового выброса оксидов азота $K_l = 1,0$.

Влияние условий движения на расход топлива и выброс токсичных компонентов оценивается на третьем этапе расчета.

$$Q_3 = Q_2 K_{VT}; \quad (1.7)$$

$$M_{3i} = M_{2i} K_{Vi}; \quad (1.8)$$

где K_{VT}, K_{Vi} – коэффициенты влияния скорости сообщения на расход топлива и массовый выброс токсичных компонентов (табл. 1.5)

По данным НИИПИ Генплана г. Москвы в настоящее время скорость сообщения V_c в центральной части города составляет 26 км/ч, в средней - 35,4 км/ч, в периферийной - 41,1 км/ч.

Таблица 1.5

Влияние скорости сообщения на K_{VT} и K_{Vi}

Параметр	Тип двигателя	Значения					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
CO	Карбюраторный	1,80	1,63	1,50	1,35	1,20	1,00
	Дизельный	2,50	2,25	1,90	1,64	1,30	1,00
C _n H _m	Карбюраторный	2,10	1,92	1,69	1,43	1,24	1,00
	Дизельный	1,18	1,15	1,12	1,08	1,04	1,00
NO _x	Карбюраторный	4,30	3,70	3,00	2,40	1,70	1,00
	Дизельный	1,33	1,26	1,20	1,14	1,07	1,00
C	Карбюраторный	—	—	—	—	—	—
	Дизельный	13,0	11,5	9,0	6,9	4,0	1,00
Расход топлива	Карбюраторный	1,8	1,65	1,42	1,24	1,10	1,00
	Дизельный	1,48	1,30	1,15	1,08	1,05	1,00

В процессе эксплуатации происходит закономерное изменение регулировочных параметров и технического состояния узлов и агрегатов автомобиля, расход топлива и пробеговой выброс большинства токсичных компонентов возрастает. Эта закономерность учитывается коэффициентами влияния технического состояния на массовый выброс токсичных компонентов K_{Ti} и расход топлива (табл. 1.6):

$$M_{4i} = M_{3i} K_{Ti}; \quad (1.9)$$

$$Q_4 = Q_{3i} K_{TT}. \quad (1.10)$$

Таблица 1.6

Значения коэффициентов влияния технического состояния

Тип двигателя	K_{TT}	K_{Ti}			
		CO	C _n H _m	NO _x	C
Карбюраторный	1,18	1,58	1,69	0,86	1,69
Дизельный	1,15	1,66	1,79	1,00	1,79

На последнем этапе расчета значения Q_4 и M_{4i} корректируются коэффициентом влияния профессионального уровня водителя K_b ($K_b = 1,1$). Поскольку влияние ряда факторов на массовый выброс токсичных компонентов неоднозначно, окончательное заключение об изменении степени воздействия на атмосферу региона должно проводиться по приведенному выбросу токсичных компонентов M [5].

$$M = M_i A_i, \quad (1.11)$$

где A_i – относительная агрессивность i -го токсичного компонента ($A_{CO} = 1,0$; $A_{CnHm} = 1,26$; $A_{NO} = 41,1$; $A_C = 41,1$).

2. Расчет массового выброса токсичных компонентов на участке улично-дорожной сети

Основной причиной повышенного расхода топлива и выброса токсичных компонентов отработавших газов в городах является значительное количество неустановившихся режимов движения. Соотношение между установившимися и неустановившимися режимами движения во многом определяется организацией дорожного движения.

Правильное планирование городского движения, внедрение прогрессивных методов регулирования, обеспечивающих сокращение числа и количества остановок, уменьшающих долю неустановившихся режимов и устраняющих скопление транспортных средств на перекрестках позволяет снизить расход топлива и выброс токсичных компонентов.

Расчет расхода топлива Q и массового выброса i -го токсичного компонента M_i проводится для каждого перекрестка и перегона.

Перекресток

Входящий поток на направлении j имеет интенсивность движения N_j . Часть автомобилей пересекает перекресток без задержки. Обозначим их $N_{бзj}$. Тогда количество остановленных автомобилей

$$N_{oj} = N_j - N_{бзj}. \quad (2.1)$$

С учетом вероятностного процесса прибытия автомобилей к перекрестку процент остановленных автомобилей определяется по формуле

$$R_j = \frac{1 - \lambda_j}{1 - y_i} = \frac{N_{oj}}{N_j}; \quad (2.2)$$

$$\lambda_j = \frac{t_{эфj}}{T_y}; \quad (2.3)$$

$$y_i = \frac{N_j}{M_n}. \quad (2.4)$$

Зона влияния перекрестка l_n равна 400 м.

Для автомобилей, прошедших без задержки,

$$Q^{\bar{o}} = q_L l_{nep} N_{бзj}; \quad (2.5)$$

$$M_i^{\bar{o}} = m_{Li} l_{nep} N_{бзj}, \quad (2.6)$$

где Q – расход топлива, л;

q_L – удельный расход топлива, л/км;

m_{Li} – удельный выброс i -го токсичного компонента, г/км;

M_i – масса выброса, г.

В целях обеспечения вычислений транспортный поток может быть представлен тремя типами расчетных автомобилей: легковой; грузовой и автобус с карбюраторным ДВС, грузовой и автобус с дизельным ДВС.

В табл. 2.1 представлены значения q_L и m_{Li} для каждого типа автомобилей.

Таблица 2.1

Пробеговый выброс и расход топлива расчетными автомобилями

Тип автомобиля	q_L , л/км	m_{Li} , г/км			
		CO	C _n H _m	NO _x	C
Легковой	0,072	10,0	0,7	0,5	–
Грузовой и автобус с дизельным ДВС	0,346	5,0	1,5	11	0,15
Грузовой и автобус с карбюраторным ДВС	0,362	40,0	3,0	7,5	–

Для остановленных автомобилей

$$Q_0 = q_L l_{nep} N_{oj} + D_T; \quad (2.7)$$

$$M_i = m_{Li} l_{nep} N_{oj} + D_i, \quad (2.8)$$

где D_T и D_i – дополнительный расход топлива к выбросу ТКОГ, связанный с торможением, разгоном и работой двигателя на холостом ходу.

$$D_T = q_s N_{oj} + q_{xx} t_{xxj} N_{oj}, \quad (2.9)$$

где q_s – дополнительный расход топлива на остановку, л/ост;

q_{xx} – расход топлива на холостом ходу, л/ч;

t_{xx} – время работы на холостом ходу, ч.

$$D_i = m_{si} N_{oj} + m_{xsi} t_{xxj} N_{oj}, \quad (2.10)$$

где m_{si} – дополнительный выброс i -го компонента на остановку, г/ост;

m_{xsi} – выброс i -го компонента на холостом ходу, л/ч.

$$t_{xx} = \frac{(1 - \lambda_j) T_y}{2}. \quad (2.11)$$

Значения q_s , q_{xx} , m_{si} и m_{xii} представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Значения дополнительных расходов топлива и массовых выбросов токсичных компонентов

Тип автомобиля	q_s , л/ост	m_{si} , г/км				q_{xx} , л/ч
		CO	C _n H _m	NO _x	C	
Легковой	0,016	8	0,4	0,75	–	1,06
Грузовой и автобус с дизельным ДВС	0,080	8	0,8	3,6	1,0	2,1
Грузовой и автобус с карбюраторным ДВС	0,130	20	1,3	5,0	–	1,8

Продолжение 2.2

Тип автомобиля	m_{xii} , г/км			
	CO	C _n H _m	NO _x	C
Легковой	3,5	0,3	0,05	–
Грузовой и автобус с дизельным ДВС	13,1	1,8	0,15	–
Грузовой и автобус с карбюраторным ДВС	2,9	0,4	1,0	0,04

При координированном регулировании D_m^K и D_i^K определяется по формулам:

для легкового $D_m^K = 0,54 D_m$; (2.12)

$$D_i^K = 0,54 D_i$$
 (2.13)

для грузового $D_m^K = 0,48 D_m$; (2.14)

$$D_i^K = 0,48 D_i$$
 (2.15)

По результатам расчета вычисляется приведенный выброс в условных граммах (по отношению к CO):

$$M = \sum_{i=1}^L A_i M_i, \quad (2.16)$$

где A_i – относительная агрессивность i -го компонента (табл.2.3).

Таблица 2.3

Относительная агрессивность основных компонентов отработавших газов

Токсичный компонент	A_i , усл.г/г
CO	1,0
C _n H _m	1,36
NO _x	41,1
C	41,1

Перегон

Расход топлива Q_v или массовый выброс i -го компонента при движении по перегону

$$Q_v = q_L^v l_n N_j;$$

$$m_{iv} = m_{Li}^v l_n N_j;$$

где q_L^v – удельный расход топлива в зависимости от скорости движения, л/км;

m_{Li}^v – удельный выброс i -го компонента от скорости движения, г/км;

l_n – длина перегона, км.

При координированном регулировании q_L^v , m_{CO}^v , $m_{C_nH_m}^v$ на 10% ниже, чем при изолированном.

Значения расходов топлива и массового выброса токсичных компонентов для перекрестков и перегонов суммируются. Полученные результаты используются для сравнения существующего и предлагаемого варианта организации движения на участке улично-дорожной сети.

3. Расчет массы загрязняющих веществ с территории АТП или стоянки автомобилей

Санитарные правила охраны поверхностных водоемов от загрязнения сточными водами № 1166 от 1974 г. предполагают очистку сточных вод очистными сооружениями до следующих концентраций: взвешенные вещества $d_g = 10$ мг/л; нефтепродукты - $d_n = 0,3$ мг/л. Однако эти требования в настоящее время практически нигде не выполняются, что приводит к существенному загрязнению водоемов.

Расчет массы загрязняющих веществ для АТП выполняется для ливневых сточных вод, снега и сточных вод от мойки автомобилей, для стоянок автомобилей – только для ливневых сточных вод и удаляемого снега.

Масса i -го загрязняющего вещества в сточных ливневых водах после очистки M_i^0 определяется по формуле

$$M_i^0 = d_{ik}^0 h_k S, \quad (3.1)$$

где d_{ik}^0 – содержание i -го компонента в k -м месяце после очистки сточных вод, кг/м³;

h_k – количество осадков в k -м месяце, м;

S – общая площадь АТП или стоянки автомобилей, м².

Значения d_{ik}^0 определялись экспериментально, и их среднее распределение по месяцам года представлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Средние концентрации загрязняющих веществ в ливневых сточных водах

Месяц	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л			
	Взвешенные вещества		Нефтепродукты	
	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки
Апрель	3735	105,6	23	7,3
Май	3362	42,2	21	6,5
Июнь	2241	31,7	9	5,8
Июль	2241	37,4	9	5,8
Август	3362	63,4	9	6,5
Сентябрь	3735	52,3	23	3,6
Октябрь	5230	82,4	45	3,6
Ноябрь	20173	76,0	31	6,5

Среднее количество осадков принимается в соответствии со "Справочником по климату СССР" (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Среднее количество осадков

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Количество осадков, мм	35	32	37	33	48	64	76	72	56	51	44	43

Масса i -го осадка в очистных сооружениях

$$M_i = (d_{ik}^H - d_{ik}^0) h_k S, \quad (3.2)$$

где d_{ik}^H – содержание i -го компонента в k -м месяце до очистки, мг/л.

Определение массы загрязняющих веществ в вывозимом с территории снеге проводится по формуле

$$M_{ci} = d_{ci} h_k (S - S_{oz}), \quad (3.3)$$

где d_{ci} – концентрация i -го загрязняющего вещества (взвешенные вещества $d_{cs} = 3000$ мг/л, нефтепродукты - $d_{cn} = 400$ мг/л;

S_{oz} – площадь очищаемой территории, м².

Расчет массы загрязняющих веществ от мойки автомобилей основывается на данных по расходу воды на мойку автомобиля в среднемесячных концентрациях загрязняющих веществ. Расход воды на мойку одного автомобиля Q_y определяется в зависимости от применяемого оборудования и типа автомобиля согласно данным табл. 3.3.

Таблица 3.3

Расход воды на мойку одного автомобиля

Тип автомобиля	Расход воды, л	
	При ручной мойке	При механизированной мойке
Легковой	500 - 700	1000 - 1500
Грузовой	700 - 1000	1500 - 2000
Автобус	800 - 1200	1500 - 2000

Масса i -го загрязняющего вещества за месяц в очищенных сточных водах

$$M_{mi}^0 = \alpha_e d_{mi}^0 Q_y N_{авт} n, \quad (3.4)$$

где α_e – коэффициент выпуска ($\alpha_e = 0,7-0,75$);

d_{mi}^0 – концентрация i -го вещества в сточных водах после очистки, мг/л (табл. 3.4);

$N_{авт}$ – число автомобилей в АТП или на стоянке;

n – число моек в месяц.

Масса осадка i -го вещества в очистных сооружениях вычисляется аналогично массе осадка в атмосферных сточных водах.

Таблица 3.4

Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ

Месяц	Среднемесячные концентрации, мг/л			
	Взвешенные вещества		Нефтепродукты	
	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки
Январь	171,4	20,7	22,7	6,4
Февраль	167,0	20,8	35,3	7,7
Март	163,2	24,2	32,6	9,6
Апрель	198,1	26,2	38,3	10,9
Май	190,9	27,3	31,6	9,4
Июнь	197,3	26,5	26,2	8,6
Июль	157,4	24,9	32,5	8,9
Август	171,2	29,7	37,7	6,8
Сентябрь	170,0	31,9	39,5	6,7
Октябрь	237,0	36,9	30,3	10,8
Ноябрь	240,4	33,1	20,3	8,0
Декабрь	189,3	20,5	27,8	9,1

На заключительном этапе расчета определяется суммарная масса загрязняющих веществ.

4. Расчет загрязнения атмосферы выбросами стационарных источников

Выброс вредных веществ в атмосферу должен производиться таким образом, чтобы загрязнение воздушной среды в приземном слое не превышало установленных предельно допустимых концентраций. В этом случае необходимо высоту выбросных труб рассчитывать из условия рассеяния вредных веществ в атмосфере. Последнее за-

висит от ряда факторов: метеорологических условий атмосферы, скорости движения воздушных масс, температуры выбрасываемых газов и т.д.

Обычно на практике приходится решать две основные задачи: определять высоту трубы и максимальную приземную концентрацию вредного вещества при известном количестве выбрасываемых в атмосферу веществ. Методика расчета подробно изложена в СН 369-74. Для холодных вентиляционных и промышленных выбросов максимальную концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы, мг/м³, подсчитывают по формуле

$$C_m = \frac{AMnKF}{H^{4/3}}, \quad (4.1)$$

где A – коэффициент, зависящий от метеорологических условий рассеяния вредных веществ в атмосфере (табл. 4.1);

M – масса выбрасываемых вредных веществ, г/с;

H – высота трубы над уровнем земли, м,

F – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости оседания вредных веществ в атмосферном воздухе:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсной пыли $F = 1$;

б) для крупнозернистой пыли F зависит от коэффициента очистки пылеулавливающих устройств η :

при $\eta \geq 90\%$ $F = 2$;

при $75\% \leq \eta < 90\%$ $F = 2,5$;

при $\eta < 75\%$ $F = 3$;

n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра v_m , м/с, который находят из выражения

$$v_m = 1,3 \omega_0 D / H,$$

где D – диаметр устья трубы, м;

ω_0 – скорость выхода газов из устья трубы, м/с;

K – коэффициент, определяемый по формуле

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{7,1 \sqrt{\omega_0 V}}; \quad (4.2)$$

V – объем выбрасываемых газов в единицу времени м³/с.

Таблица 4.1

Значения коэффициента A

Климатическая зона	A
Средняя Азия, Казахстан, Нижнее Поволжье, Кавказ, Молдавия, Сибирь, Дальний Восток	200
Север и северо-запад европейской территории России, Среднее Поволжье, Урал, Украина	160
Центральная часть европейской территории России	120

при $v_m \leq 0,3$

$n = 3$;

при $0,3 < v_m \leq 2$

$n = 3 - \sqrt{(v_m - 0,3)(4,36 - v_m)}$.

Максимальную высоту трубы для вентиляционных выбросов определяют по формуле

$$H = \left[\frac{AMFD}{8VC_{ПДК}} \right]^{3/4}, \quad (4.3)$$

Если найденному значению H соответствует величина параметра $v_m \geq 2$ м/с, то при данной высоте трубы концентрация вредностей в приземном слое не будет превышать ПДК. Если $v_m < 2$ м/с, то необходимо сделать пересчет выбросной трубы.

Пересчет выполняют следующим образом. По найденной высоте H и величине v_m находят безразмерный коэффициент h . Затем уточняют высоту трубы H_{i+n} .

$$H_{i+1} = H_i \left[\frac{h_i}{h_i + 1} \right]^{3/4}, \quad (4.4)$$

Если найденные высоты труб H_i и H_{i+1} будут отличаться незначительно, то принимают найденную высоту трубы. Если расхождения значительны, то аналогичным образом проводят дальнейший пересчет.

В соответствии с СН 369-74 производится расчет величины предельно допустимого выброса (ПДВ) по формуле

$$ПДВ = \frac{8C_{ПДВ}H\sqrt[3]{HV}}{AFnD}. \quad (4.5)$$

Соответствующую этому случаю предельно допустимую концентрацию вредных веществ в устье выбросной трубы определяют по формуле

$$C_{м.м.} = \frac{8C_{ПДК}H\sqrt[3]{HV}}{AFnD}. \quad (4.6)$$

5. Оценка показателей уровня санитарно-гигиенических условий на рабочем месте

Предлагаемая методика позволяет количественно оценить состояние производственной санитарии на конкретном рабочем месте на предприятии в целом.

Исходными данными для расчета служат реальные значения соответствующего параметра, которые могут быть получены самостоятельно или в отделе охраны труда на предприятии. Оценка проводится по семи параметрам: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, концентрация пыли, концентрация вредных веществ, уровень шума, освещенность.

Уровень состояния каждого параметра определяется частным показателем K_i , представляющим собой отношение фактического состояния условий труда по данному показателю P_ϕ к нормативному P_n . Во всех случаях P_n принимается равным нижнему значению допустимой нормы.

Расчет частных показателей производится по формулам:
температура воздуха K_1

при $P_\phi < P_n$ $K_1 = \frac{P_\phi}{P_n} 100;$ (5.1)

при $P_\phi > P_n$ $K_1 = 100 - \frac{(P_\phi - P_n)}{P_n} 100;$ (5.2)

при $P_\phi = P_n$ $K_1 = 100$

относительная влажность воздуха (K_2)

при $P_\phi < P_n$ по формуле (5.1);

при $P_\phi > P_n$ по формуле (5.2);

при $P_\phi = P_n$ $K_2 = 100;$

скорость движения воздуха K_3

при $P_\phi < P_n$ по формуле (5.1);

при $P_\phi > P_n$ по формуле (5.2);

при $P_\phi = P_n$ $K_3 = 100;$

концентрация пыли K_4

при $P_\phi \leq P_n$ $K_4 = 100;$

при $P_\phi > P_n$ по формуле (5.2);

для нескольких видов пыли

$$K_4 = (K_{41} + K_{42} + \dots + K_{4n})/n, \quad (5.3)$$

где $K_{41}, K_{42}, \dots K_{4n}$ – частные коэффициенты для каждого вида пыли, рассчитанные по формуле (5.2),

n – число видов пыли;

содержание вредных веществ K_5

при $P_\phi \leq P_n$ $K_5 = 100;$

при $P_\phi > P_n$ по формуле (5.2);

для нескольких видов загрязняющих веществ - по формуле (5.3);
уровень шума K_6

$$\begin{aligned} \text{при } P_\phi \leq P_n & K_6 = 100; \\ \text{при } P_\phi > P_n & K_6 = 100 - 2,5(P_\phi - P_n); \end{aligned} \quad (5.4)$$

освещенность K_7

естественное освещение K_{E7}

$$K_{E7} = K_0 K_L / 100, \quad (5.5)$$

где K_0 – показатель, характеризующий величину освещенности на рабочем месте;
 K_L – показатель, характеризующий количество неисправных ламп, отмеченных при проверках на данном участке за год;

$$K_0 = 100 - \frac{(P_n - P_\phi)}{P_\phi} 100, \quad (5.6)$$

$$K_L = \frac{(nN_n - N_\phi)}{nN_n} 100, \quad (5.7)$$

где n – число проверок;

N_n – общее количество ламп;

N_ϕ – количество неисправных ламп.

Значения всех частных могут колебаться только в пределах от 0 до 100. При этом чем ближе значения показателей к 100, тем фактическое значение показателей оценки ближе к величинам, предписанным стандартами, нормами, правилами, т.е. выше уровень охраны труда.

Завершается расчет комплексной оценкой условий труда. Для рабочего места или на участке она выполняется по комплексному показателю K_k , для предприятия в целом - по обобщенному комплексному показателю $K_{ок}$:

$$K_k = \sum_{j=1}^7 K_i; \quad (5.8)$$

$$K_{ок} = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^P K_{kj}, \quad (5.9)$$

где P – число рабочих мест или участков на предприятии.

6. Расчет виброизоляции рабочих мест

В инженерной практике часто приходится разрабатывать мероприятия по уменьшению вибрации на путях ее распространения от источника вибрации. Одним из наиболее широко применяемых методов борьбы с вибрацией является виброизоляция.

Показателем эффективности пассивной виброизоляции является коэффициент передачи μ , который показывает, какая доля динамической силы, возбуждаемой машиной, передается через упругие опоры на основание:

$$\mu = F_0 / F = K x / F, \quad (6.1)$$

где F_0 – динамическая сила на основание;

F – возмущающая сила;

K – жесткость виброизоляторов;

x – амплитуда виброперемещений.

При упрощенном варианте расчета

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1}, \quad (6.2)$$

где f – частота вынужденных колебаний;

f_0 – частота собственных колебаний системы.

Анализ приведенной зависимости позволяет установить, что виброизоляция становится эффективной (μ), начиная с отношения $f / f_0 > \sqrt{2}$.

Как правило, виброизоляция считается эффективной при $\mu < 1/3 - 1/5$.

Собственная частота колебаний системы может быть рассчитана по формуле

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}, \quad (6.3)$$

где K – суммарная жесткость упругих оснований, см/кг;
 m – масса системы, кг·с/см.

Частота вынужденных колебаний f может быть легко определена по формуле $f = n/60$ для случая колебаний, создаваемых электродвигателями, где n – число оборотов электродвигателей в минуту. В случае, если источник вибрации характеризуется не одной, а несколькими вынужденными частотами f_i , необходимо проводить расчет коэффициента передачи μ на каждой частоте.

Анализ зависимости величины μ от отношения частот f/f_0 показывает, что уменьшения вибрации можно достичь путем уменьшения собственной частоты установки f_0 , из чего следует два возможных конструктивных пути реализации надежной виброизоляции:

увеличение массы установки путем присоединения дополнительной массы;
 уменьшение жесткости опор установки.

В некоторых случаях возможно одновременное использование двух этих мероприятий.

Основными величинами, ограничивающими возможности предложенных методов, являются прочность упругих опор и их устойчивость.

Все вышеизложенное позволяет определить такую последовательность расчета виброизоляции:

выбор числа упругих опор исходя из конструктивных особенностей установки;
 определение минимально возможной жесткости упругих опор исходя из расчета их прочности:

$$d = 1,6 \sqrt{KPC / [\tau]}, \quad (6.4)$$

где d – диаметр прутка, см;
 K – жесткость пружины, Н/м;
 $C = D/d$ – рекомендуется принимать 4-10 (рис. I);
 D – диаметр пружины, см;
 P – статическая нагрузка, приходящаяся на одну опору, Н;
 $[\tau]$ – допустимое напряжение на срез для материала пружины, Па.
 Величина статической нагрузки P определяется по формуле

$$P = mg/n,$$

где m – масса установки, кг;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 n – число упругих опор.

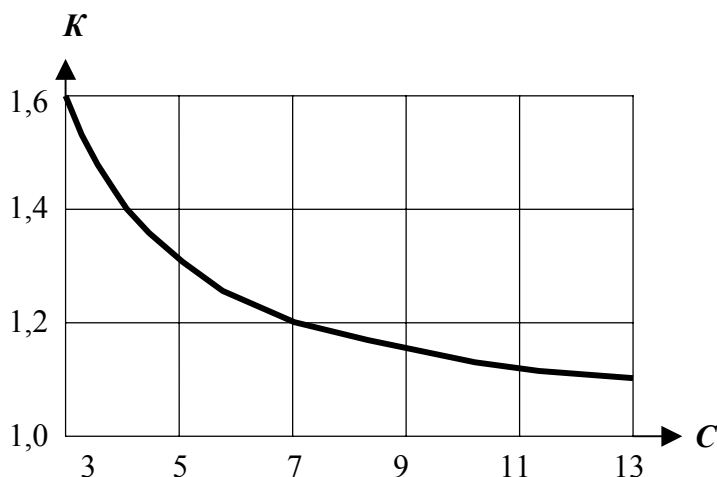


Рис. I. Зависимость жесткости пружины K от индекса пружины C

Число рабочих витков пружины рассчитывается по формуле

$$i = \sigma d / (8KC^3), \quad (6.5)$$

где σ – модуль упругости на сдвиг для материала пружины, Па.

Число "мертвых витков" принимают при $i \leq 7 - i_2 = 1,5$ витка на оба торца пружины, при $i > 7 - i_2 = 2,5$ витка.

Полное число витков пружины

$$i_1 = i + i_2, \quad (6.6)$$

а высота ненагруженной пружины

$$H_0 = ih + (i_2 + 0,5)d, \quad (6.7)$$

где h – шаг пружины, принимается (0,25-0,5)D.

Проверкой устойчивости пружины служит выполнение критерия $H_0/D \leq 1,5$.

В случае, если при выбранной жесткости пружины K критерий устойчивости не выполняется, необходимо изменить конструктивные параметры пружины или увеличить жесткость и повторить расчет.

В случае, если результат расчета удовлетворяют условию $\mu \leq 1/3 - 1/15$, предложенные мероприятия виброзащиты считаются эффективными.

7. Расчет уровня вертикальной вибрации на рабочем месте водителя

Одним из наиболее распространенных и неблагоприятных видов общей вибрации является транспортная вибрация, возникающая на рабочих местах операторов транспортных средств.

Специфика воздействия транспортной вибрации связана с механизмом ее воздействия на организм человека и проявляется в виде повышенной утомляемости и снижении внимания водителя.

Конструктивные изменения транспортного средства, направленные на изменение его эксплуатационных свойств, могут косвенно повлиять на уровень вертикальной вибрации на рабочем месте водителя, что предопределяет необходимость проведения поверочного расчета.

Предложенная методика упрощенного расчета вертикальной вибрации на рабочем месте водителя позволяет оценить изменение ее уровня вследствие вариации следующих факторов:

- изменения средней технической скорости движения транспортного средства;
- изменения условий эксплуатации (преимущественное использование транспортного средства на дорогах одной категории);
- изменения конструктивных параметров передней подвески транспортного средства;
- изменения развесовки транспортного средства;
- изменения конструкции переднего моста транспортного средства;
- перехода с использования одного вида шин на другой.

Расчетная схема модели движения транспортного средства представлена на рис. 2 и характеризуется следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} m_2 \ddot{x}_2 + a_2 \dot{x}_2 + c_2 x_2 = c_2 x_1 + a_2 \dot{x}_1, \\ m_1 \ddot{x}_1 + a_2 \dot{x}_1 + (c_1 + c_2) x_1 = c_2 x_2 + a_2 \dot{x}_2 + c_1 f(t). \end{cases} \quad (7.1)$$

где m_1 – масса переднего моста транспортного средства, Н·с/м²;

m_2 – подрессоренная масса, приходящаяся на переднюю ось транспортного средства, Н·с/м²;

c_1 – суммарная жесткость шин переднего моста, Н/м;

c_2 – суммарная жесткость передней подвески, Н/м;

a_2 – коэффициент неупругого сопротивления передней подвески, Н·с/м;

$f(t)$ – случайная функция ординат микропрофиля дорожного полотна, м.

Рассматриваемая модель движения транспортного средства позволяет использовать общепринятые методы спектрального анализа, основанные на предположении линейности модели и стационарности дорожного воздействия. Решение уравнений движения позволяет определить спектр вертикальных ускорений на рабочем месте водителя в следующем виде:

$$S_{z(\omega)}^2 = S_{f(\omega)}^2 H_{(\omega)}^2 \omega^4, \quad (7.2)$$

где $S_{z(\omega)}^2$ – квадрат вертикальных ускорений на рабочем месте водителя на частоте ω ;
 $S_{f(\omega)}^2$ – квадрат ординат микропрофиля дороги на частоте ω ;
 $H_{(\omega)}^2$ – квадрат передаточной функции транспортного средства на частоте ω .

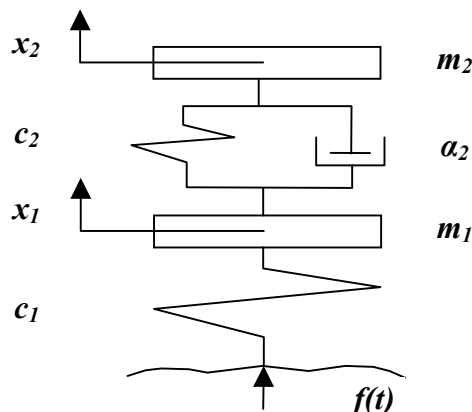


Рис. 2. Расчетная схема

Спектральная плотность микропрофиля дороги, используемая в уравнении (7.2), может быть определена следующим образом:

$$S_{f(\omega)}^2 = A v^{N-1} (2\pi)^{N-1} \omega^{-N}, \quad (7.3)$$

где A и N – коэффициенты, характеризующие тип дороги и ее качество;
 v – скорость движения транспортного средства, м/с.

Величины A и N для наиболее распространенных типов дорог приведены в табл. 7.1.

В случае, если режим движения транспортного средства предполагает движение по различным типам дорог с различными скоростями, спектральная плотность макропрофиля может быть вычислена путем определения значений $S_{f(\omega)i}$ с учетом доли каждого вида дорог и доли времени движения с известными скоростями.

Таблица 7.1

Параметры спектральной плотности микропрофиля дорог

Покрытие дороги	Качество дороги	A	N
Цементобетонное	Очень хорошее	0,6	2,29
	Хорошее	4,5	1,97
	Среднее	8,7	1,97
	Плохое	56,3	1,72
Асфальтобетонное	Очень хорошее	1,3	2,20
	Хорошее	6,0	2,18
	Среднее	22,3	2,18
Щебеночное	Хорошее	8,9	2,26
	Среднее	20,8	2,26
	Плохое	42,9	2,15
	Очень плохое	158	2,15
Булыжное	Хорошее	13,7	1,75
	Среднее	22,8	1,75
	Плохое	36,4	1,81
	Очень плохое	323	1,81
Дороги без покрытия	Хорошее	31,8	2,25
	Среднее	155	2,25
	Плохое	602	2,14
	Очень плохое	16300	2,14

Квадрат передаточной функции транспортного средства для каждой частоты может быть подсчитан по формулам

$$H_{(\varpi)}^2 = \frac{1}{\Delta} \left[(c_2 c_1)^2 + (\alpha_2 c_1)^2 \varpi^2 \right] \quad (7.4)$$

$$\Delta = \left[m_1 m_2 \varpi^4 - ((m_1 + m_2) c_2 + m_2 c_1) \varpi^2 + c_1 c_2 \right]^2 + \left[\alpha_2 c_1 \varpi - ((m_1 + m_2) \alpha_2) \varpi^3 \right]^2. \quad (7.5)$$

При выборе частот для расчетов значений вертикальных ускорений следует использовать равный шаг $\Delta \omega$, расчет целесообразно проводить в интервале частот от 1,5 до 45 рад/с с уточнением значений в зонах ожидаемых резонансов ω_n и ω_e , которые можно ориентировочно определять по формулам

$$\varpi_n = \sqrt{\frac{c_2}{m_2}}; \quad (7.6)$$

$$\varpi_e = \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m_1}}. \quad (7.7)$$

Результаты расчета используются для сопоставления величин ускорений до и после рассматриваемых мероприятий с требованием стандартов.

8. Расчет пожарной нагрузки автотранспортного средства

Одним из основных показателей пассивной пожарной безопасности является пожарная нагрузка, которая определяет предел огнестойкости конструкции и требования к системам противопожарной защиты.

Пожарная нагрузка автомобиля характеризуется массой, типом и составом горючих материалов при его изготовлении и эксплуатации.

Расчет пожарной нагрузки является составной частью определения пожарной опасности, а снижение этой нагрузки - одним из направлений борьбы с пожарами на транспорте.

Пожарную нагрузку подразделяют на постоянную и временную:

$$P_s = \sum_{i=1}^k M_i; \quad (8.1)$$

$$P_{nl} = \sum_{i=1}^l Q_i \quad (8.2)$$

где P_s – постоянная пожарная нагрузка;
 P_{nl} – временная пожарная нагрузка;
 M_i – масса горючих и трудногорючих веществ и материалов конструкции, агрегатов и оборудования автотранспортного средства;
 Q_i – масса топлива и перевозимых грузов;
 k и l – число видов веществ и материалов, обуславливающих постоянную и временную пожарную нагрузку.

$$M_i = \rho_i (V_1 + V_2 + \dots + V_n), \quad (8.3)$$

где ρ_i – плотность i -го вещества и материала;
 V_n – объем отдельного конструктивного элемента.

Полная пожарная нагрузка определяется суммой постоянной и временной:

$$P = P_s + P_{nl}. \quad (8.4)$$

Необходимо знать также удельную пожарную нагрузку

$$P_F = P/F, \quad (8.5)$$

где F – горизонтальная площадь проекции автомобиля.

Для объективной оценки пожарной опасности автомобиля пожарную нагрузку кабины, салона, кузова и автомобиля приводят к условному показателю - приведенной пожарной нагрузке.

Приведенная пожарная нагрузка - это масса условной древесины со средней удельной теплотой сгорания 16,8 МДж/кг, эквивалентная по количеству тепловой энергии фактическим горючим материалам и отнесенная к единице площади горизонтальной проекции автотранспортного средства.

$$q_0 = \sum_{j=1}^m \frac{M_j Q_{jn}^p}{F_i Q_d}, \quad (8.6)$$

где m – число видов веществ и материалов постоянной и временной пожарной нагрузкой;

M_j – масса j -го вещества или материала, кг/м²;

Q_{jn}^p – низкая теплота сгорания j -го вещества или материала, МДж/кг;

Q_d – средняя теплота сгорания условной древесины

($Q_d = 16,8$ МДж/кг).

Приведенная пожарная нагрузка в кабине (салоне) автомобиля

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^b Q_{in}^p j_i S_i + \sum_{j=1}^d M_j Q_{jn}^p}{Q_d F}, \quad (8.7)$$

где b и d – число видов веществ и материалов, соответственно распределенных по поверхности кабины (салона), исключая пол, и распределенных на полу,

j_i – масса i -го вещества или материала, приведенная к единице поверхности, кг/м²,

S_i – площадь поверхности i -го вида вещества или материала, м².

Для оценки пожарной опасности необходимо знать общую суммарную тепловую энергию

$$Q_0 = \sum_{j=1}^d (M_j Q_{jn}^p). \quad (8.8)$$

Общая суммарная тепловая энергия, отнесенная к единице площади, составит удельное теплонапряжение

$$q = Q_0 / F.$$

Приведенная методика расчета показателей пожарной нагрузки может быть использована при сравнительном анализе влияния конструктивных изменений автотранспортного средства на его пожаробезопасность, а также для выбора и обоснования применения тех или иных дополнительных мероприятий, направленных на уменьшение пожарной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания к дипломному проектированию по разделу "Охрана труда и окружающей среды" для студентов специальности 24.01/МАДИ, М., 1987.
2. Малов Р.В. и др. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. М.: Транспорт, 1982, 200 с.
3. Кегалин О.И., Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. М.: Транспорт, 1985, 120 с.
4. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1984, 302 с.
5. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л.: Гидрометиздат, 1986.
6. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справочник. /Под ред. Е. Калверта и Г.М. Ингрунда; Пер. с англ. В 2 т. М.: Машиностроение, 1988.
7. Реакции организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов: Справочник. В 2 т. М.: Изд-во стандартов, 1990.
8. Справочная книга по охране труда в машиностроении /Г.В. Бектобеков, Н.Н. Борисова, В.И. Коротков и др.; Под общ. ред. О.Н. Русака. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. 541 с.: ил.
9. Справочник по охране труда на автомобильном транспорте /под ред. Вингерова И.А. В 2 т. М.: Трансконсалтинг, 1996
10. ПОТ РО-200-01-95. Правила по охране труда на автомобильном транспорте /Министерство транспорта РФ. М. 1999, 163 с.
11. Луканин В.Н. и др. Снижение шума автомобиля. М.: Машиностроение, 1981. 158 с.
12. Пospelов П.И. и др. Защита от шума при проектировании автомобильных дорог /МАДИ. М. 1985. 67 с.
13. Шум на транспорте /Пер. с англ. К.Г. Бомштейна; Под ред. В.Е. Толстого и др. М.: Транспорт, 1995. 368 с.
14. Афанасиков Ю.И. Проектирование моечно-очистного оборудования авторемонтных предприятий. М.: Транспорт, 1987. 174 с.
15. Кузнецов Ю.М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Справочник. М.: Транспорт, 1986. 272 с.: илл.
16. ГОСТ 12.1.005-93 ССБТ. Воздух рабочей зоны. М.: Изд-во стандартов. 1993.
17. Салов А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 1985. 351 с.
18. Бишоп Р. Колебания. М.: Наука, 1986. 190 с.
19. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов. 1999.
20. Юдин Е.Я. и др. Борьба с шумом на производстве: Справочник /Под ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1985. 399 с.
21. ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов, 1999.
22. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1980.
23. Правила устройства и эксплуатации электроустановок (ПУЭ). 6-е изд. Главгосэнергонадзор России. М. 1998. 607 с.
24. Исхаков Х.И., Пахомов А.В. Пожарная безопасность автомобиля. М.: Транспорт, 1987. 86 с.
25. Инструктивные материалы по охране труда и пожарной безопасности на автотранспорте /Министерство автомобильного транспорта РФ. М. 1998, 1977.
26. Дьяков А.Б., Вздыхалкин В.Н., Рузовский А.В. Экологическая безопасность автомобилей. М. 1984. 218 с.